

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-210723

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 D 5/24			G 0 1 D 5/24	C
G 0 1 K 7/34			G 0 1 K 7/34	
G 0 1 L 1/14			G 0 1 L 1/14	A
G 0 1 P 15/125			G 0 1 P 15/125	
G 0 1 R 27/26			G 0 1 R 27/26	C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-20092

(22) 出願日 平成8年(1996)2月6日

(71) 出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

(72) 発明者 松井 淳一郎

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本  
航空電子工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

(54) 【発明の名称】 物理量センサ

(57) 【要約】

【課題】 基準パルス幅の大きい物理量センサを提供する。

【解決手段】 円形変位電極26は円周方向に相隣接して配列される扇状電極21ないし24より成り、扇状電極はそれぞれ円形固定電極11との間にセンサ容量C1およびC2を形成し、径方向に配置されるセンサ容量対の扇状電極をセンサ容量電極A、Bとする差動容量センサを具備し、同一繰り返し周波数の位相差 $1/n\pi$ の波形 $\phi_1$ および $\phi_2$ を発生出力する位相差発振器77を具備し、一方のセンサ容量電極Aにインバータ81および抵抗素子R1を介して一方の波形 $\phi_1$ を印加すると共に他方のセンサ容量電極Bにインバータ82および抵抗素子R2を介して他方の波形 $\phi_2$ を印加し、センサ容量C1、C2と抵抗素子R1、R2の共通接続点を排他的論理和回路85の入力に接続する物理量センサ。

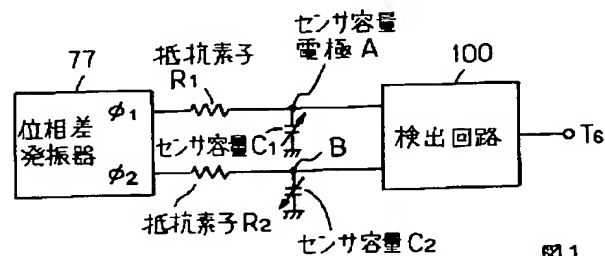


図1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方の面に円形固定電極が形成される円形固定基板を有し、円形固定電極に対向する面に円形変位電極が形成されると共に他方の面に動作部材が形成される円形可撓性基板を有し、円形変位電極は円周方向に相隣接して配列される扇状電極より成り、これら扇状電極はそれぞれ円形固定電極との間にセンサ容量を形成しており、径方向に配置されるセンサ容量対の扇状電極をセンサ容量電極とする差動容量センサを具備し、同一繰り返し周波数の位相差  $\pi/n$  の波形を発生出力する位相差発振器を具備し、一方のセンサ容量のセンサ容量電極 A にインバータおよび抵抗素子を介して一方の波形を印加すると共に他方のセンサ容量のセンサ容量電極にインバータおよび抵抗素子を介して他方の波形を印加し、センサ容量と抵抗素子の共通接続点をそれぞれ排他的論理和回路の入力に接続することを特徴とする物理量センサ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載される物理量センサにおいて、

位相差発振器の発生出力する波形は方形波、三角波または正弦波であることを特徴とする物理量センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、物理量センサに関し、特に、温度、力、歪み、質量、加速度、角加速度の如き物理量が加わっていないときの基準パルス幅を大きくとることができ、差動容量センサを構成する両時定数回路の対称性を満足して物理量の変化量および変化の向きを測定する物理量センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来例を図 5 を参照して説明する。図 5 は物理量センサの検出部の基本構成を説明する図である。この物理量センサの検出部は円形固定基板 10 を具備し、その一方の面には円形固定電極 11 が形成されている。20 は円形可撓性基板であり、その一方の面には円形変位電極 26 が形成されている。30 は円形可撓性基板 20 の他方の面に形成され動作部材を示す。40 は物理量センサの検出部の筐体であり、円形固定基板 10 はこの筐体 40 に固定されると共に円形可撓性基板 20 はその円形変位電極 26 を円形固定電極 11 に対向して円筒筐体 40 に收容固定されている。

【0003】図 6 は円形可撓性基板 20 の一方の面に形成される円形変位電極 26 の正面図である。円形可撓性基板 20 も、図示される通り円板状の基板であり、周囲は筐体 40 に固定されている。この円形可撓性基板 20 に形成される円形変位電極 26 は、円周方向に相隣接して配列される扇状電極 21 ないし扇状電極 24 およびこれらの中心に相隣接して配置される円盤電極 25 より成る。動作部材 30 は図 6 に破線により示される如く断面円形の円柱であり、可撓性基板 20 の他方の面に同軸的

に接合されている。

【0004】ここで、可撓性基板 20 は可撓性を有しており、応力が加わると撓みを生じる材料により構成されている。図 5 に示される如く、動作部材 30 の重心を重心と定義し、重心を原点とする直角座標 XYZ を図の様に定義する。このセンサ全体を自動車に搭載したものとすると、動作部材 30 には自動車の走行に基づいて加速度が加わることであり、この加速度に起因して重心に外力が作用する。重心に外力が作用していない状態においては、円形固定電極 11 と円形変位電極 26 とは所定間隔をおいて平行な状態を保持している。ところが、動作部材 30 の重心に X 軸方向の外力  $F_x$  が作用すると、この外力  $F_x$  は可撓性基板 20 に対して回転モーメントを生ぜしめ、可撓性基板 20 には図 7 に示される如き撓みが生ずる。この撓みにより、扇状電極 21 と円形固定電極 11 との間隔は増大するが、逆に扇状電極 23 と円形固定電極 11 との間隔は減少する。重心に作用した力が逆向きの  $-F_x$  であると、これと逆の関係の撓みが生ずることになる。この様に、外力  $F_x$  或は外力  $-F_x$  が作用したとき、扇状電極 21 および扇状電極 23 に関する静電容量に変化が生じ、この静電容量変化を電圧変化として検出することにより外力  $F_x$  或は外力  $-F_x$  を検出することができる。Y 軸方向に外力  $F_y$  或は外力  $-F_y$  が作用した場合も同様である。Z 軸方向に外力  $F_z$  或は外力  $-F_z$  が加わった場合、この円盤電極 25 に関する静電容量の変化を検出することにより外力  $F_z$  或は外力  $-F_z$  を検出することができる。

【0005】ところで、扇状電極 21 と円形固定電極 11 の組み合わせによりセンサ容量 C1 が構成され、扇状電極 22 と円形固定電極 11 の組み合わせによりセンサ容量 C2 が構成され、扇状電極 23 と円形固定電極 11 の組み合わせにより容量素子 C3 が構成され、扇状電極 24 と円形固定電極 11 の組み合わせによりセンサ容量 C4 が構成され、扇状電極 25 と円形固定電極 11 の組み合わせによりセンサ容量 C5 が構成されるものとする。これらを図 8 に示されるが如き信号処理回路に接続して物理量センサを形成し、X 軸、Y 軸、Z 軸方向それぞれの加速度を検出することができるこの図 8 において、扇状電極 21 と円形固定電極 11 との間隔の静電容量をセンサ容量 C1 とし、扇状電極 23 と円形固定電極 11 との間隔の静電容量をセンサ容量 C3 とすることにより外力  $F_x$  或は外力  $-F_x$  を検出することができる。同様に、扇状電極 22 と円形固定電極 11 との間隔の静電容量をセンサ容量 C2 とし、扇状電極 24 と円形固定電極 11 との間隔の静電容量をセンサ容量 C4 とすることにより外力  $F_y$  或は外力  $-F_y$  を検出することができる。

【0006】図 8 に示される物理量センサにおいては、センサ容量 C1 およびセンサ容量 C3 に、インバータ 81 或は 82 と抵抗素子 83 或は 84 を介して、単一のク

ロック電圧を印加する。点X 6およびX 7の信号は同じものになるが、それぞれのCR遅延回路を通った点X 8およびX 9の信号は、CR遅延回路を構成する抵抗素子R 1および抵抗素子R 2の抵抗値の相違による特有の遅延時間だけ遅れた信号となる。図9は、図8に示される物理量センサの各点における信号波形を示す図である。ここで、点X 6、X 7における信号X 6、X 7に対して、点X 8、X 9における信号X 8、X 9は図9に図示される関係にあるものとする。信号X 8は遅延時間D 1だけ遅れを生じており、信号X 9は遅延時間D 3だけ遅れを生じている。この場合、EX、OR素子8 5によって出力端子T 6に出力される信号T 6は、図9に示される期間Lだけハイレベルを示す信号になる。図5に示されるセンサに対して何らの外力も作用していない基準状態において、図9に図示される各信号が得られるものとする。従って、信号T 6のハイレベル期間Lは、外力0に対応する値となる。

【0007】以上の状態において、センサに加速度が作用し、重心にX軸正方向の外力F xが作用すると、センサ容量C 1の電極間隔は広がってセンサ容量C 1の静電容量は減少する。逆に、センサ容量C 3の電極間隔は狭くなってセンサ容量C 3の静電容量は増加する。これは、図9において遅延時間D 1が小さくなり、遅延時間D 3が大きくなることに相当し、ハイレベル期間はL + ΔLとなる。

【0008】逆に、センサにX軸負方向の外力-F xが作用すると、ハイレベル期間はL - ΔLとなる（以上、詳細は特開平5-346357号公報参照）。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】以上の物理量センサは、上述した通り、加速度の如き物理量が加わっていないときのEX、OR回路8 5の出力パルス幅Lを基準として、加速度が加わったときの出力パルス幅がこの基準パルス幅Lより増大したか、或は減少したかを認識して印加された加速度の向きおよび大きさを知るものである。この様に、絶対値が小さい基準パルス幅は、信号処理回路を構成する各素子の特性の温度変化その他の種々の変化に対してより不安定なものとなる。

【0010】しかし、この物理量センサは、設計の都合上、CR遅延回路を構成する抵抗素子R 1および抵抗素子R 2の抵抗値を大きく異なるものとすることはできない。CR遅延回路の双方は対称的である方が信号処理に好適であるからである。従って、動作部材3 0に加速度が加わっていないときのEX、OR回路8 5の出力パルス幅であるハイレベル期間Lは幅を大きくとることは困難である。そして、CR遅延回路の双方の対称性を満足すべく、抵抗素子R 1および抵抗素子R 2の抵抗値を等しく設定すると、基準パルス幅Lは極く狭いものとなって実質上0となるので、加速度その他の物理量の変化量は表現するが、物理量の初期値からの符号は検出するこ

とができない。

【0011】以上の問題は、センサのセンサ容量C 1或はセンサ容量C 3の何れか一方に並列に容量Cxを加えることにより解消することができる。しかし、この場合も、加えられた容量Cxは温度変化その他の種々の変化に影響される。更に、容量Cxを加えた側の出力波形は、加えない側の出力波形に対して歪みを生じる。歪みが大きい場合、物理量の精密な検出測定を実施することができない。

10 【0012】この発明は、加速度の如き物理量が加わっていないときの基準パルス幅を大きくとり、差動容量センサを構成する両時定数回路の対称性を満足せしめて物理量の変化量および変化の向きを測定する物理量センサを提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】一方の面に円形固定電極1 1が形成される円形固定基板1 0を有し、円形固定電極1 1に対向する面に円形変位電極2 6が形成されると共に他方の面に動作部材が形成される円形可撓性基板2 0を有し、円形変位電極2 6は円周方向に相隣接して配列される扇状電極2 1ないし2 4より成り、これら扇状電極はそれぞれ円形固定電極1 1との間にセンサ容量C 1およびC 2を形成しており、径方向に配置されるセンサ容量対の扇状電極をセンサ容量電極A、Bとする差動容量センサを具備し、同一繰り返し周波数の位相差 $\pi/n$ の波形 $\phi 1$ および $\phi 2$ を発生出力する位相差発振器7 7を具備し、一方のセンサ容量C 1のセンサ容量電極Aにインバータ8 1および抵抗素子R 1を介して一方の波形 $\phi 1$ を印加すると共に他方のセンサ容量C 2のセンサ容量電極Bにインバータ8 2および抵抗素子R 2を介して他方の波形 $\phi 2$ を印加し、センサ容量C 1、C 2と抵抗素子R 1、R 2の共通接続点をそれぞれ排他的論理回路8 5の入力に接続する物理量センサを構成した。

【0014】そして、位相差発振器7 7の発生出力する波形は方形波、三角波或は正弦波である物理量センサを構成した。

【0015】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態を図1および図2を参照して説明する。図1はこの発明のブロック図であり、図2はそのタイミングチャートである。7 7は位相差発振器であり、図2(a)に示される同一の繰り返し周波数の位相差 $1/n\pi$ の方形波 $\phi 1$ および方形波 $\phi 2$ を発生する。位相差発振器7 7の発振出力波形としては、方形波の他に、三角波、正弦波とすることができる。

50 【0016】ここで、差動容量センサの一方を構成するセンサ容量C 1のセンサ容量電極Aにインバータ8 1および抵抗素子R 1を介して方形波 $\phi 1$ を印加すると共に、差動容量センサの他方を構成するセンサ容量C 2のセンサ容量電極Bにインバータ8 2および抵抗素子R 2

を介して方形波  $\phi 2$  を印加する。センサ容量電極 A およびセンサ容量電極 B に対向する共通電極は共に接地している。センサ容量 C 1、C 2 と抵抗素子 R 1、R 2 の共通接続点をそれぞれ排他的論理和回路 (E x. OR) 8 5 の入力に接続する。差動容量センサの一方を構成するセンサ容量 C 1 とこれに直列接続する抵抗 R 1 より成る時定数回路、および差動容量センサの他方を構成するセンサ容量 C 2 とこれに直列接続する抵抗 R 2 より成る時\*

$$V_c = (V_1 - V_2) \cdot \frac{1}{CR} \cdot (-t / CR) + V_2 \quad (1)$$

ここで、 $V_1$  電極の初期電圧、 $V_2$  は電極の終止電圧を示す。 $t$  は充電或は放電時間を示す。センサ容量 C 1 およびセンサ容量 C 2 は等しく設定してこれを C とする。抵抗素子 R 1 および抵抗素子 R 2 は等しく設定してこれを R とする。初期電圧  $V_1$  および終止電圧  $V_2$  が後段の検出回路 100 に対して適切な電圧となる様に  $t$  および\*

$$f_0 = 1 / 2t$$

ここで、この発明の物理量センサの動作を図 2 をも参照して更に詳細に説明する。差動容量センサの一方を構成するセンサ容量 C 1 の電極 A に抵抗素子 R 1 を介して方形波  $\phi 1$  を印加すると共に、差動容量センサの他方を構成するセンサ容量 C 2 の電極 B に抵抗素子 R 2 を介して位相差  $\theta$  だけ進相した方形波  $\phi 2$  を印加する。

【0019】図 2 (b) を参照するに、A はセンサ容量 C 1 および抵抗素子 R 1 により構成される時定数回路のセンサ容量電極 A の充放電電圧特性を示し、B はセンサ容量 C 2 および抵抗素子 R 2 により構成される時定数回路のセンサ容量電極 B の充放電電圧特性を示す。実線は物理量の定常状態にある時の充放電電圧特性を示す。なお、これら充放電電圧特性は何れも定常状態に到達したものを示している。

【0020】ここで、センサ容量 C 1 は正の物理量変化により容量が増加する一方、センサ容量 C 2 は正の物理量変化により容量が減少するものとする。この場合、容量が増加するセンサ容量 C 1 側の時定数回路の時定数 R C 2 は物理量の定常状態にあるときの時定数 R C と比較して増加し、容量が減少するセンサ容量 C 2 側の時定数回路の時定数 R C 2 は物理量の定常状態にあるときの時定数 R C と比較して減少する。

【0021】図 2 (b) A の場合、鎖線により示される充放電電圧特性は、その時定数 R C 1 が実線により示される充放電電圧特性の時定数 R C と比較してより大であるのでその分だけ平坦化され、物理量の定常状態であるときと比較して最大電圧は低くなると共に零交差点は遅延方向にずれる。このずれの量はセンサ容量 C 1 の増加、即ち物理量の増加に比例する。図 2 (b) B の場合は、鎖線により示される充放電電圧特性の時定数 R C 2 は実線により示される充放電電圧特性の時定数 R C と比較して小となる。従って、今度は物理量の定常状態であるときの充放電電圧特性の方が逆に平坦であり、最大電圧はより低くなると共に零交差点は進相方向である左方

\* 定数回路により、図 2 (b) に示される充放電波形が得られる。実線は加速度の如き物理量が印加されていない場合の波形を示し、鎖線は物理量が印加されて位相変化した場合の波形を示している。この時のセンサ容量電極 A の電極電圧およびセンサ容量電極 B の電極電圧はほぼ等しく、これを  $V_c$  とすると、これは式 (1) により表わされる。

【0017】

10  $\times R$  を設定する。例えば、 $V_1 = 1.5V$ 、 $V_2 = 3.5V$  の場合に、 $t / CR = 0.27$  程度に設定すると好適である。ここで、方形波のデューティ比 0.5 の場合、その周波数  $f_0$  は式 (2) の通りになる。

【0018】

$$(2)$$

にずれる。このずれの量はセンサ容量 C 2 の減少、即ち物理量の負の方向の増加に比例する。

【0022】検出回路 100 を図 8 と同様に構成すると、最終段 E x. OR 回路に入力される電圧は図 2 (c) A' の鎖線により示される矩形波、および B' の鎖線により示される矩形波となる。これらは、それぞれ、図 2 (b) の充放電波形 A および充放電波形 B を波形処理して得られたものである。結局、図 2 (d) の鎖線により示される矩形波が E x. OR 回路の出力であることになる。この E x. OR 回路の矩形波出力のパルス幅は、実線により示される物理量の定常状態であるときの矩形波出力のパルス幅を左右に同様に拡大したものに相当する。このパルス幅の増大は物理量の変化量を反映すると共にその向きをも反映する。

【0023】以上の動作説明はセンサ容量 C 1 は正の物理量変化により容量が増加し、センサ容量 C 2 は正の物理量変化により容量が減少した場合の動作説明であったが、今度は負の物理量変化によりセンサ容量 C 1 の容量が減少し、センサ容量 C 2 の容量が増大する場合の動作説明をする。この場合、センサ容量 C 1 および抵抗素子 R 1 により構成される時定数回路において図 2 (c) B' の鎖線により示される矩形波が得られる一方、センサ容量 C 2 および抵抗素子 R 2 により構成される時定数回路において図 2 (c) A' の鎖線により示される矩形波が得られる。E x. OR 回路の矩形波出力は、図 2 (e) の鎖線により示されるものとなる。この E x. OR 回路の矩形波出力のパルス幅は、実線により示される物理量の定常状態であるときの矩形波出力のパルス幅を左右に同様に縮小したものに相当する。このパルス幅の縮小は物理量の変化量を反映すると共にその向きをも反映する。

【0024】位相差発振器 77 の発振出力する方形波  $\phi 1$  と方形波  $\phi 2$  との間の位相差  $\theta$  を  $\theta = \pi / 2$  とすると、物理量が定常状態であるときの E x. OR 回路の出

力矩形波のデューティ比は0.5となる。位相差 $\theta$ をこの様に設定することにより、デューティ比が0.5より増大したか、或は減少したかに対応して物理量の正負の極性を容易に判別することができる。

【0025】以下、この発明において使用される位相差発振器の例を簡単に説明する。図3は $\pi/2$ の位相差発振器の例を示す。この位相差発振器は、クロック発生器CKとこれによりクロックされるカスケード接続した2個のフリップフロップFF1およびFF2より成る。クロックパルスCKが入力されると、FF1のQ1バー出力であるD1入力はFF1のQ1出力に保持される。次のクロックパルスCKが入力されると、先のクロックパルス入力のとおり同様にFF1のQ1バー出力であるD1入力はFF1のQ1出力に保持されると共に、先のクロックパルス入力のとおり同様にFF1のQ1出力に保持されたデータはFF2のQ2出力に保持されるに到る。即ち、FF2のQ2出力は、FF1がQ1出力に保持出力したタイミングより1発分だけ遅延して出力したものに相当する。

【0026】図4は一般的な $\pi/n$ の位相差発振器の例を示すが、これに次いで具体的な説明は省略する。

【0027】

【発明の効果】以上の通りであって、この発明の物理量センサは、物理量が加わっていないときの基準パルス幅を大きくとることができ、差動容量センサを構成する両時定数回路の対称性を満足して物理量の変化量および変化の向きの測定を精度よく実施することができる。

【図1】

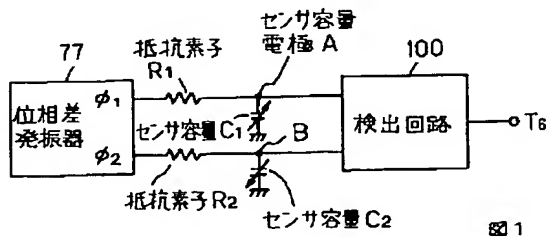


図1

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例を説明するブロック図。

【図2】実施例のタイミングチャートである。

【図3】位相差発振器を説明する図。

【図4】位相差発振器を説明する図。

【図5】物理量センサの検出部の従来例の断面を示す図。

【図6】図5の円形変位電極の正面図。

【図7】図6の円形変位電極の変位したところを示す図。

【図8】物理量センサの従来例を示す図。

【図9】従来例のタイミングチャート。

【符号の説明】

- 11 円形固定電極
- 10 円形固定基板
- 20 円形可撓性基板
- 21ないし24 扇状電極
- 26 円形変位電極
- 81 インバータ
- 82 インバータ
- 85 排他的論理和回路
- A、B センサ容量電極
- C1、C2 センサ容量
- R1 抵抗素子
- R2 抵抗素子
- 77 位相差発振器

【図3】

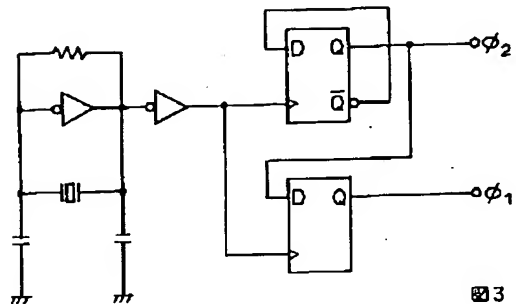


図3

【図2】

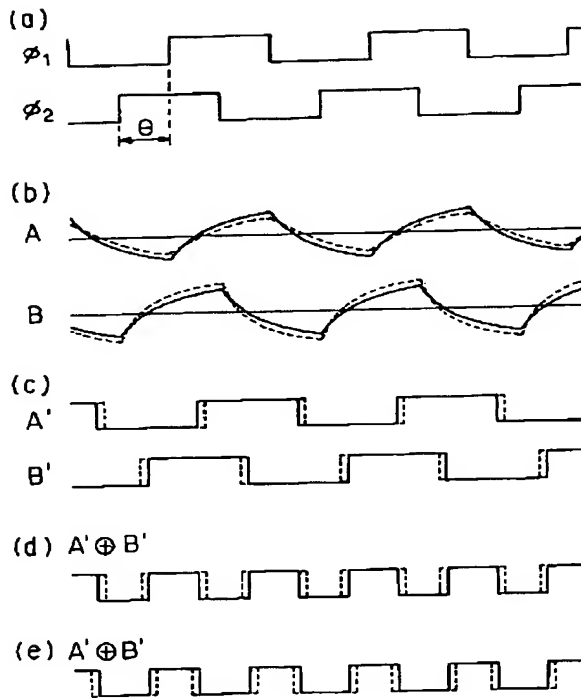


図2

【図4】

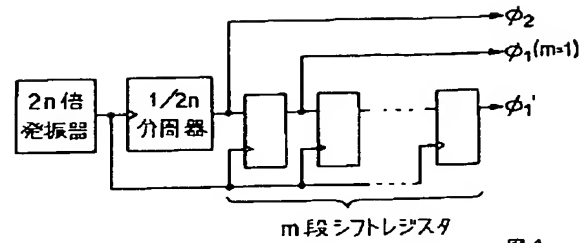


図4

【図7】

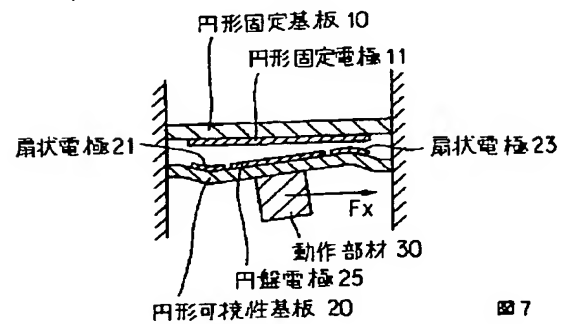


図7

【図5】

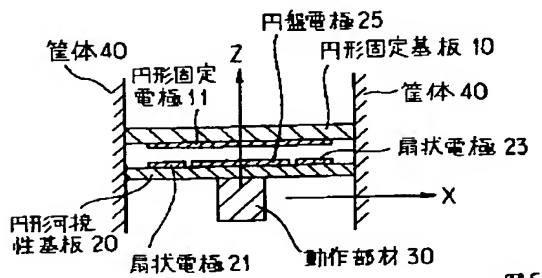


図5

【図6】

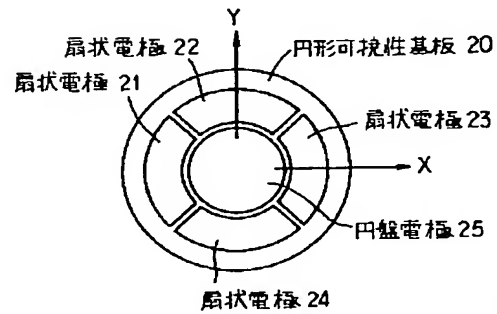


図6

【図8】

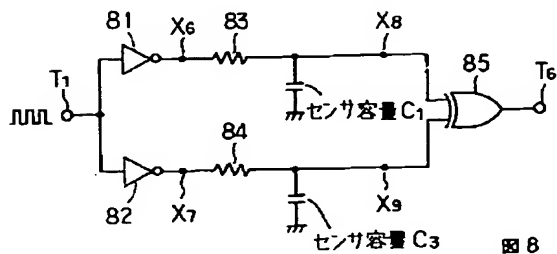


図8

【図9】

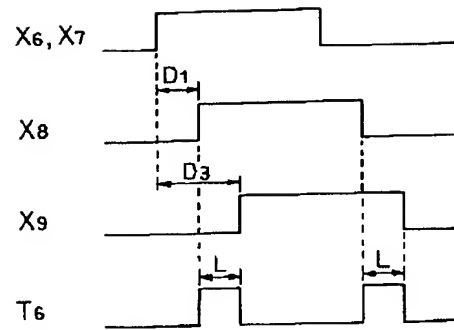


図9

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 D 5/24

技術表示箇所

L

This Page Blank (uspto)